

El sellado de la amalgama adherida "versus" otros materiales de restauración



De la Macorra-García,
José Carlos

Bonded amalgam sealing "versus" other restorative materials

De la Macorra-García, José Carlos*
Escribano-Mediavilla, Nuria**
Del Nero-Benítez, María Olga***

* Doctor en Medicina y Cirugía. Médico Estomatólogo. Profesor Titular.

** Licenciada en Odontología. Becaria Formación Personal Investigador.

*** Master en Odontología Conservadora. Becaria Formación Personal Investigador.

Departamento de Odontología Conservadora. Facultad de Odontología. UCM

Correspondencia

José Carlos de la Macorra García
Dpto. de Odontología Conservadora
Facultad de Odontología
Plaza de Ramón y Cajal s/n
Ciudad Universitaria
28040 Madrid, España.
macorra@eucmax.sim.ucm.es

Fuentes de apoyo

Becas Formación Personal Investigador BE35/95 (Dra. Del Nero), BE314/96 (Dra. Escribano). CICYT PM96-044/96 (Dr. De la Macorra).

Resumen: *Introducción:* estudio comparativo *in vitro* de la capacidad de sellado entre restauraciones de amalgama adherida, de resina compuesta y resina compuesta modificada con vidrio ionomero. *Material y método:* se usaron 175 molares humanos conectados a un sistema de presión simulada (32 cm de H₂O destilada), determinándose la conductancia hidráulica ($\mu\text{L}\cdot\text{min}/\text{mm}^2$) de cada espécimen tras ser obturados con cada uno de los distintos materiales de estudio. *Resultados:* los resultados evidencian que la conductancia de los especímenes restaurados con amalgama adherida es menor que la obtenida con el resto de materiales, sobre todo con F2000 y Dyract. *Conclusiones:* las restauraciones de amalgama adherida reducen la permeabilidad en mayor grado que los materiales a base de resina compuesta modificada, aunque ninguno de los materiales detiene por completo la filtración.

Palabras clave: Conductancia hidráulica, Permeabilidad dentinaria, Sellado, Amalgama adherida.

Abstract: *Introduction:* The present article is a comparative *in vitro* study of the sealing ability of bonded amalgams versus glass-ionomer modified composite resins and composite resin restorations. *Materials and method:* 175 human molars were connected to a simulated pressure system (32 cm of distilled water). The hydraulic conductance ($\mu\text{L}\cdot\text{min}/\text{mm}^2$) of each sample was determined after being restored with each one of the different materials tested. *Results:* Results show less residual hydraulic conductance in samples restored with bonded amalgam than in samples with the rest of materials tested, specially with F2000 and Dyract. *Conclusions:* In those samples restored with bonded amalgam permeability is reduced to a higher extent than in samples restored with resin modified glass-ionomers. None of materials stopped filtration through dentin completely.

Key words: Hydraulic conductance, Dentinal permeability, Sealing, Bonded amalgams.

Fecha recepción	Fecha última revisión	Fecha aceptación
13-09-99	15-11-99	29-11-99

BIBLID I1138-123X (2000)5:2; marzo-abril 113-2281

De la Macorra-García JC, Escribano-Mediavilla N, Del Nero-Benítez MO. El sellado de la amalgama adherida *versus* otros materiales de restauración. RCOE 2000; 5(2): 139-145

Introducción

La evolución de los materiales restauradores viene marcada por la necesidad de restaurar la función y la forma perdidas, así como por la obtención de un sellado entre el material restaurador y los tejidos dentarios lo más parecido posible al fisiológico. Este sellado dificultará el paso de bacterias, fluidos y otras sustancias desde el exterior al interior del diente. La microfiltración es el resultado de la presencia de espacios de dimensiones no fisiológicas a nivel de la interfase diente-material restaurador. Además, cuanto más semejante al natural sea el sellado, más se evitarán los cambios bruscos en el movimiento del fluido del interior de los túbulos dentinarios, lo que provoca la sensibilidad dentinaria según la teoría hidrodinámica de Brännström¹. Por lo tanto, con la restauración se busca que la interfase diente-material restaurador sea lo más parecida posible al *continuum* dentario.

Esa necesidad ha estimulado la investigación sobre la capacidad de sellado de diferentes materiales, con los que se pretende lograr un patrón de filtración considerado como cero, o sea, uno en el que no exista intercambio patológico de fluidos a través de la interfase.

Para ello se han diseñado distintos métodos de estudio. Tal vez el más conocido sea el de la utilización de colorantes. El espécimen obturado se sumerge en una concentración de colorante durante un determinado tiempo; transcurrido este período se observa la interfase diente-material restaurador, buscando rastros de tinción en los tejidos dentarios. La presencia de dicha tinción hace suponer que existe microfiltración. Según

nuestra opinión, este tipo de metodología no ofrece una información cuantitativa de la cantidad de microfiltración, ya que la escala con la que se mide la penetración del colorante en los tejidos es asignada de forma subjetiva y cualitativa. Además, utilizando colorantes de mayor peso molecular su paso a través de los espacios se vería dificultado. Es decir, la ausencia de tinción no asegura que no exista microfiltración².

Otros estudios se han basado en observaciones de la interfase mediante el uso de microscopía electrónica. Las imágenes que se obtienen son de gran calidad y detalle. Pero la gran cantidad de manipulaciones a los que se somete al espécimen antes de poder ser observado (deshidratación, desnaturalización de las proteínas, metalizado,...) así como las condiciones de vacío y de bombardeo de electrones que soporta la muestra durante la observación, pueden alterar de alguna manera la interfase estudiada². Además, sólo permite la obtención de imágenes de las zonas de la interfase que han sido preparadas, no de la totalidad.

Para intentar obviar los inconvenientes de los métodos anteriormente descritos, hemos adoptado para este estudio el sistema de perfusión ideado por Pashley y cols³. Utilizando este método no se altera la interfase obtenida entre diente y material restaurador y se pueden generalizar los resultados a la totalidad de dicha interfase.

Numerosos estudios han analizado el comportamiento de los materiales de restauración (amalgamas, compósitos, cementos de vidrio ionómero, etc), y de otros materiales utilizados como bases cavitarias (barnices, adhesivos dentinarios, oxalatos, etc), o la presencia de barrillo dentinario

bajo la restauración, en cuanto a la capacidad de sellado de la interfase. En todos los casos la permeabilidad dentinaria se vió reducida pero se mantuvo presente. Es decir, no hubo un descenso de la permeabilidad del 100%: no se logró un sellado hermético. No está claro si tal sellado hermético es posible o siquiera deseable, puesto que ninguno de los tejidos dentarios tiene tal característica en condiciones normales⁴.

Desde hace relativamente poco tiempo se han combinado las técnicas adhesivas con la restauración mediante amalgama de plata, produciendo lo que se conoce como «amalgamas adheridas». El uso de un adhesivo dentinario produce una unión mucho más íntima entre amalgama y diente, mejorando las cualidades retentivas de la restauración, disminuyendo los espacios vacíos en la interfase y la microfiltración. El buen comportamiento clínico de tal combinación de materiales observado durante dos años por Staninec y cols⁵, y cuyos resultados eran equiparables a los obtenidos con resinas, nos hace pensar que tal vez esta sea un buen referente en cuanto a la capacidad de sellado de una restauración cualquiera.

El objetivo del presente trabajo es comparar el sellado producido mediante amalgama adherida con el producido mediante otras técnicas de restauración: resinas compuestas *per se* y modificadas con vidrio ionómero.

Material y método

Preparación de las muestras

Se usaron 175 terceros molares humanos recientemente extraídos y conservados en etanol al 70%. Estos molares se seccionaron a nivel cervi-

cal, desechando las raíces, para exponer la cámara pulpar. Se extrajo cuidadosamente el contenido cameral para no alterar la estructura de la cámara. Se retiró el esmalte oclusal hasta exponer dentina. Ambas superficies de corte eran paralelas y se pulieron con lija de grano 600 bajo abundante refrigeración en una máquina pulidora (Struers Dap-7*, Copenhagen, Dinamarca) a baja velocidad. Los fragmentos coronarios obtenidos se unieron por su tercio cervical a una base cuadrangular de metacrilato mediante un adhesivo de cianocrilato (Superglue 3*, Loctite, España). Esta base tenía dos perforaciones donde se alojaban dos catéteres que llegaban hasta la cámara pulpar. La unión entre los catéteres y la base se selló con resina autopolimerizable (Duralay*, Reliance, USA). Las áreas laterales del molar se cubrieron con una capa de laca de uñas para impermeabilizarlas y minimizar la filtración no controlada.

El área de estudio se examinó con un analizador computerizado de imagen (Leica Qwin*, Leica, España), determinándose la extensión del área total (esmalte periférico+dentina) y la del área de dentina.

Amalgama de Plata

La dentina expuesta se grabó con ácido ortofosfórico al 37% durante 15 segundos, se lavó abundantemente y se retiró el exceso de agua. Seguidamente se aplicó el adhesivo Scotchbond multiadhesión* (3M, Minnessotta, USA) según las recomendaciones del fabricante para su uso con amalgama. Se obturó el espécimen con una capa de alrededor de 1 mm de espesor de amalgama (Amalcap plus non-gamma 2*, Vivadent, Liechtestein). El espécimen se incluyó enrasado en una matriz de resi-

na de poliéster (Cronolita 11700/3115 activada*, Plastiform, España), contenida a su vez en un cilindro metálico.

Resinas compuestas

En el caso de aquellos especímenes que se utilizarán con resinas compuestas, la manipulación previa varía un poco de lo anterior. Una vez obtenido de la misma forma el fragmento coronario, ya unido a la base de metacrilato con los catéteres y con la capa de laca, se incluye en la resina de poliéster. Cuando tras 24 horas polimeriza la resina, la superficie que contiene el área de estudio se pule con lija de grano 1200 y abundante refrigeración. La superficie de resina se cubre con una capa de vaselina que actuará como separador; una columna de cera se sitúa sobre el área de estudio, ajustándose perfectamente a su contorno. Sobre el cilindro metálico que contiene al espécimen se ajusta un segundo cilindro. Seguidamente, el espacio vacío entre la columna de cera y el segundo cilindro metálico se rellena con resina de poliéster. Así logramos una contraparte que nos facilitará la posterior obturación del área de estudio con la resina compuesta. Una vez polimerizada esta contraparte, se pule la superficie de esta que contacta con el primer cilindro. Se retira la vaselina de la superficie de la primera resina y se procede a realizar la obturación tras ajustar nuevamente los cilindros. La dentina expuesta se graba con ácido ortofosfórico al 37%, se lava y se retira el exceso de agua. Después se aplican los materiales de restauración según las recomendaciones del fabricante.

Resinas compuestas modificadas

La inclusión de los especímenes en

resina y la confección de la contraparte son iguales que para las resinas compuestas. La única variación consiste en que estos materiales no requieren acondicionar con ácido la dentina antes de ser aplicados.

Medición de la permeabilidad

El espécimen se conectó a un sistema de presión simulada, semejante al ideado por Pashley y cols.³, con una presión de 32 cm de agua destilada. Entre la columna de presión y el espécimen se intercaló una micropipeta (100 μ L) graduada, en cuyo interior se situó una burbuja de aire mediante unas microjeringas. El desplazamiento de la burbuja a lo largo de la micropipeta nos permitía calcular la cantidad de fluido que atravesaba el espécimen en la unidad de tiempo (μ L/minuto). Una vez conectado y estabilizado el sistema se realizó la medición de la permeabilidad durante un período de unos 30 minutos.

A partir de los datos obtenidos, tanto de permeabilidad como de las dimensiones del área de estudio, se hallaron las conductancias hidráulicas correspondientes a cada espécimen (en μ L/min \cdot mm²).

Resultados

La distribución de los grupos por materiales y la descripción de los resultados se exponen en la tabla 1 y la figura 1.

Con el objeto de determinar si eran aplicables pruebas paramétricas de comparación entre los grupos, se aplicaron pruebas de normalidad (tabla 2) y la prueba de Levene de homogeneidad de las varianzas. Las pruebas de normalidad mostraron que las mues-

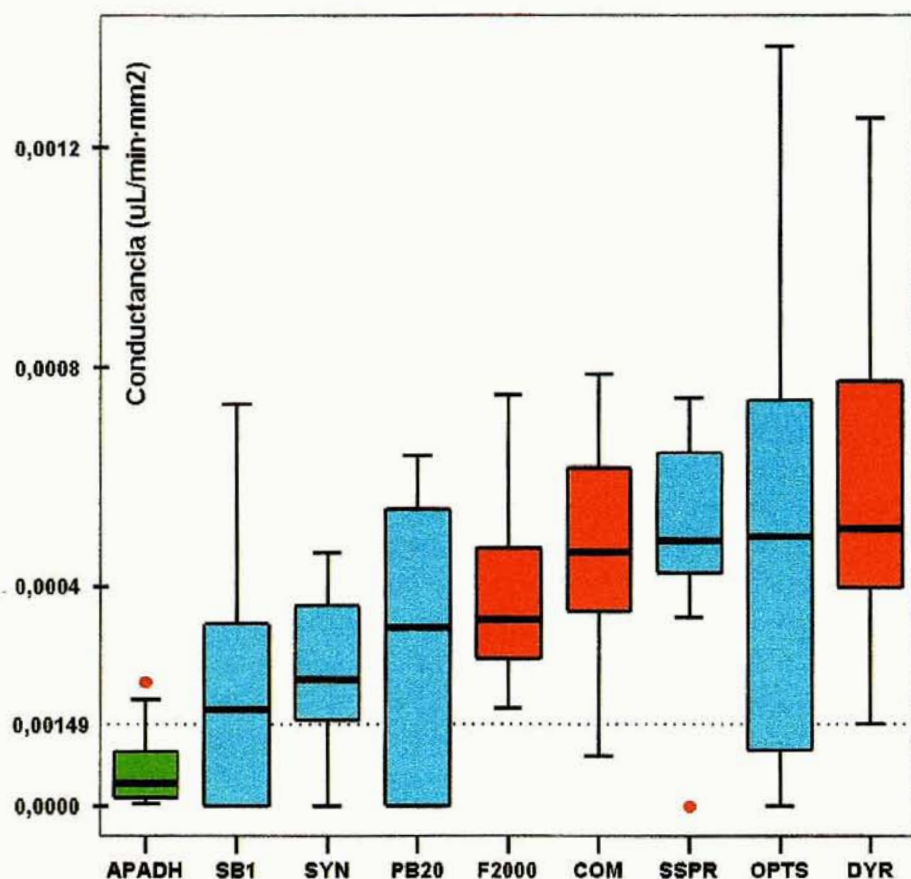


Figura 1. Diagrama de cajas representando la conductancia postobturación de los diferentes materiales estudiados. Caja verde: amalgama adherida. Cajas azules: resinas compuestas. Cajas rojas: resinas compuestas modificadas. Círculos: valores atípicos. Línea horizontal en la ordenada 0.00149 representa el valor de la mediana general.

Tabla 1. Resumen de los resultados.

MATERIAL	CODIGO	N	M	STD	MEDIANA
Amalcap Plus Nongamma2 + SBMP	APADH	71	0.063	0.059	0.039
Compoglass + SCA	COM	14	0.456	0.184	0.462
DYS + PSA	DYS	12	0.587	0.318	0.507
F2000	F2000	12	0.384	0.167	0.340
Prodigy + OPTIBOND Solo	OPTS	10	0.479	0.442	0.492
TPH Spectrum + PB 2.0	PB20	18	0.296	0.253	0.325
Z100 + Scotch Bond 1	SB1	17	0.208	0.222	0.175
Tetric Ceram + Syntac Sprint	SSPR	9	0.482	0.224	0.482
Tetric + Syntac Single Component	SYN	12	0.238	0.146	0.229

La media (m), desviación típica (std) y mediana, en mL/min·mm². Todos estos valores están multiplicados por 10³

tras de APADH, PB20 y SB1 no siguen una distribución normal. La prueba de Levene muestra que las varianzas entre

los grupos difieren de una manera estadísticamente significativa ($P < 0.00001$). Se aplicó por tanto el test no para-

Tabla 2. Resultados de las pruebas de normalidad.

CODIGO	SIGNIFICACIÓN	PRUEBA APLICADA
APADH	$< 0.00001^{**}$	Kolmogorov-Smirnov
COM	0.955	Shapiro - Wilk
DYS	0.624	
F2000	0.463	
OPTS	0.263	
PB20	0.010^{**}	
SB1	0.016^{**}	
SSPR	0.279	
SYN	0.571	

** : los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 3. Prueba de la mediana.

N	175
Mediana	0.000149
Chi-cuadrado	89.836
Grados de libertad	8
Significación bilateral	< 0.000001

métrico de la mediana (tabla 3), que muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.000001$). Esta prueba no discrimina los grupos entre los que existen diferencias, sino si los datos de cada grupo están (o no) simétricamente distribuidos a cada lado de la mediana general (que se obtiene con todos los datos agrupados).

La única manera de diferenciar qué grupos son distintos de qué otros es analizar la distribución de los datos de cada grupo a cada lado de la mediana general (fig. 2). En cada grupo, cuantos más datos haya por debajo de la mediana general, tanto mejor será el resultado en cuanto a la capacidad de sellado.

En la imagen se comprueba que la muestra de APADH tiene un 90% de sus

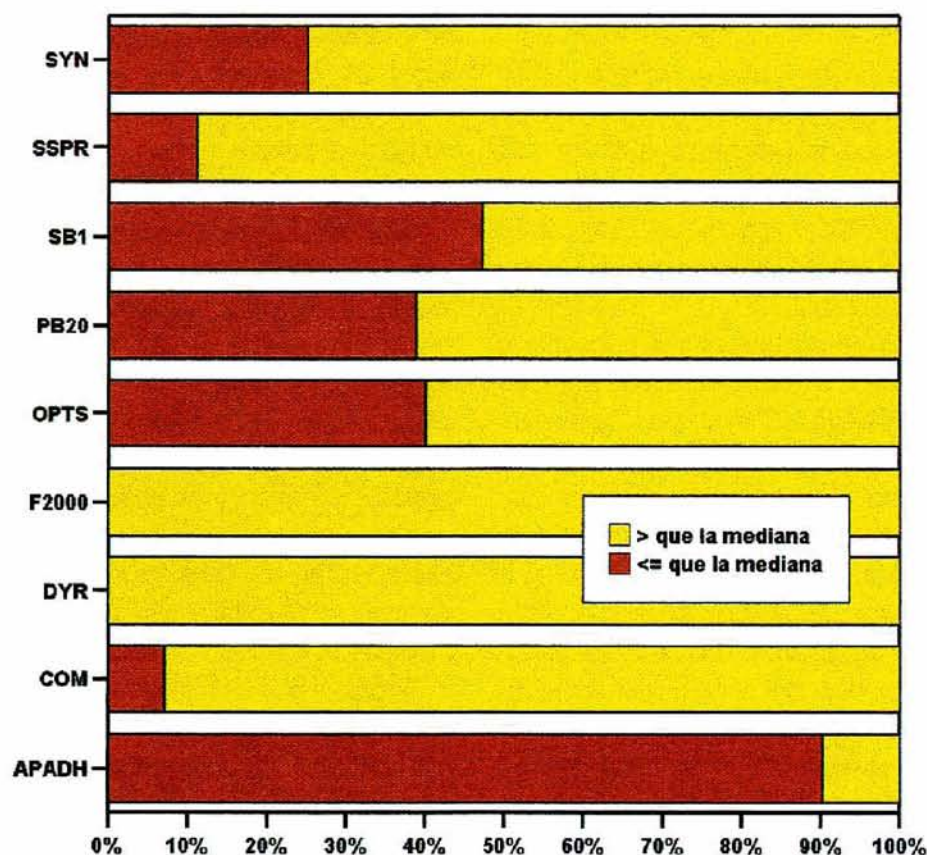


Figura 2. Distribución de los datos por materiales respecto a la mediana general. Barras rojas: porcentaje de casos por debajo de la mediana. Barras amarillas: porcentaje de casos por encima de la mediana.

casos por debajo de la mediana general, siendo el valor extremo del estudio. Los grupos F2000 y DYS están el otro extremo: el 100% de sus casos están por encima de la mediana general. Por lo tanto, podemos asegurar ($p=0.00001$) que la conductancia del grupo APADH es menor que la de F2000 y DYS.

Dado el bajo valor de la significación podemos esperar, además, que la conductancia del grupo APADH sea menor que la del grupo COM y SSPR.

Discusión

El espacio remanente entre el material restaurador y la superficie dentinaria tras finalizar una obtura-

ción esta directamente relacionada con la sensibilidad dentinaria⁶ y con la recidiva de caries debida a la microfiliación. Esta se inicia en los espacios libres entre interfase y diente, debidos a la inadaptación del material a la cavidad, a la solubilidad de las bases cavitarias o a diferentes coeficientes de expansión de materiales y diente³.

La capacidad de sellado de cada material es un factor esencial en la longevidad de la restauración⁷. Para mejorar este aspecto se han evaluado a lo largo del tiempo diversos materiales de restauración y distintas técnicas de obturación.

Una opción sería no eliminar el barrillo dentinario tras el corte y obtener encima. González López y cols⁸

aseguran que el barrillo dentinario reduce la permeabilidad entre el 35 y 40%. Pero este barrillo es capaz de alojar bacterias en su seno, por lo que sus efectos negativos en el éxito de la restauración deben de ser tenidos en cuenta³, ya que puede incrementar el grado de microfiliación de las restauraciones. Es por ello que son necesarios métodos alternativos para reducir la permeabilidad.

Bajo restauraciones de amalgama uno de los elementos más usados ha sido el barniz de Copal. Es una resina disuelta en un solvente (éter, xilol, cloroformo,...), muy volátil. Es soluble en los fluidos orales y en ácidos, por lo que desaparece con el tiempo del medio oral. Ocupa un espesor mínimo de $2\mu^2$. Según un estudio realizado por Gómez¹⁰, el copal reduce la permeabilidad del diente tratado en un 58,32%. Pashley¹¹ logró una disminución del 60% si se aplicaban 2 capas y del 30% con una capa; el valor máximo que llegó a registrar fue una reducción del 73%³. Por lo tanto, el copal no previene completamente la filtración, y además tiende a aumentar la permeabilidad con el tiempo debido a que el barniz se microfractura, pierde adhesión a dentina y da lugar a imperfecciones del sellado¹⁰.

En otro intento de obturar los tubulos dentinarios y disminuir así la permeabilidad postobturación, se recurrió al uso de sustancias fluoradas como los fluorofosfatos acidulados¹⁰ y el fluor de aminos⁸. Estas sales de fluor precipitan sobre la superficie dentinaria al reaccionar con la hidroxiapatita de los tejidos dentarios, formando fluoruro cálcico; este proceso afecta más a la dentina peritubular, mucho más mineralizada. Según Brännström¹¹ un concentrado

del 3% aplicado durante un minuto no llega a obliterar los tubulos. Otro estudio⁸ encuentra reducciones del 91% cuando se aplica el fluor de aminas sobre dentina grabada, pero si se lava tras su aplicación la reducción cae al 80,8%. Otras investigaciones encuentran una media de reducción del 17,11% tras la aplicación de fluorofosfato acidulado durante 15 segundos¹⁰.

Este tipo de soluciones parece no mantenerse estable en el tiempo, por lo que se intentó probar la eficacia del uso del oxalato en la reducción de la permeabilidad dentinaria. Los oxalatos, ya sean aluminicos, potásicos o férricos, sustituyen el barrillo dentinario por una capa de cristales de oxalato cálcico que obstruyen los túbulos. Son insolubles y resistentes al ataque ácido, por lo tanto muy estables. Pashley y Depew³ confirmaron la superioridad del oxalato sobre el copal, obteniendo reducciones de la permeabilidad del 98,25%.

Los estudios de González Lopez y cols⁸ y de Dragolich y cols⁶ confirman la capacidad de reducción de la permeabilidad del oxalato frente a otros materiales.

En cuanto a los adhesivos dentinarios, se ha comprobado que si bien reducen la permeabilidad dentinaria, tampoco evitan su persistencia¹²⁻¹⁷. Esta permeabilidad postobturación se intenta explicar por la capacidad de absorción acuosa por parte del material o por el deficiente sellado de la interfase, causado por la contracción de polimerización del adhesivo y las condiciones de humedad y características histológicas difíciles de controlar de la dentina. Tampoco hay una reducción de la permeabilidad del 100% cuando se usan

cementos de vidrio ionómero convencionales¹⁸, que no parecen influir demasiado en la disminución del flujo; significativamente distintos son los cementos de vidrio ionómero modificados con resinas, cuyo patrón de filtración es parecido al de los composites⁷.

La amalgama, por sí sola, puede producir un descenso inicial de la permeabilidad del 61%³, pero su inadaptación a las paredes cavitarias puede provocar un aumento de dicha permeabilidad. Para contrarrestar esta falta de sellado se ha desarrollado la técnica de la amalgama adherida¹⁹. Era de esperar que al conjugar la capacidad de sellado del adhesivo dentinario junto con la de la amalgama se lograría mejorar el porcentaje de disminución de la permeabilidad, como así ha ocurrido, pero tampoco se ha logrado un sellado del 100%.

No existe, por tanto, en la actualidad consenso sobre un material ideal que pudiera utilizarse como control para los estudios de sellado. A falta de una referencia documentada y consolidada de la conductancia del diente intacto en este estudio buscamos comprobar si la capacidad de sellado *in vitro* de distintos materiales es la misma.

Nuestros resultados indican que la amalgama adherida produce una interfase cuya permeabilidad es significativamente menor que la producida por otros sistemas de restauración.

Esto puede deberse, en nuestra opinión, a varias razones:

Primera, a que el paso de fluidos (agua destilada en nuestro caso) a través del sistema restaurador (adhesivo y material de restauración) sea menor en el caso de la amalgama, sin que existan diferencias en la dimensión de

la interfase. Está demostrado que todos los materiales dejan pasar fluidos a su través¹⁷, y es posible que la amalgama tenga menor absorción acuosa que los otros materiales.

Segunda, a que en nuestro estudio la simulación de las condiciones fisiológicas se realiza con agua destilada a una presión estable de 32 cm de agua destilada. Está igualmente demostrado que la presión intrapulpar es pulsátil²⁰ y que el fluido pulpar es de composición compleja y es posible, aunque no lo creemos probable, que esta diferencia en las condiciones afecte de manera distinta a los diferentes materiales.

Tercera, a que los materiales empleados en este estudio son de dos grandes tipos: los que contraen al polimerizar (las resinas) y el que no lo hace en la misma magnitud (la amalgama). Es posible que esta diferencia sea responsable de nuestros hallazgos: los materiales basados en resina ejercen mayores tensiones lo que produciría más discontinuidades en la interfase.

En nuestro estudio no ha sido posible aplicar tests paramétricos de análisis de la varianza debido a la distribución no normal de los datos. Esto tiene una traducción morfológica, pues los datos reflejan la conductancia de los diferentes especímenes según se afecte por la aplicación del material restaurador en cuestión. Debido a la gran variabilidad de la micromorfología dentinaria, los datos de conductancia resultantes tienen una gran dispersión.

Es digno de destacar que los materiales empleados en este estudio tienen un comportamiento clínico generalmente aceptable, siendo así que no parecen producir una interfase de la misma calidad. Esto

puede ser un reflejo de que un sellado hermético puede no ser imprescindible y que el complejo dentino-pulpar puede aceptar cierto grado de permeabilidad en su interfase exterior (bien con el material restaurador, bien con el esmalte y/o el

cemento), como ocurre en condiciones fisiológicas⁴.

Conclusiones

En las condiciones de nuestro

estudio la amalgama adherida produce una interfase cuya permeabilidad es significativamente menor que la de los otros materiales estudiados.

Ninguno de los materiales estudiados detuvo la filtración a través de la interfase

Bibliografía recomendada

Para profundizar en la lectura de este tema, el/los autor/es considera/an interesantes los artículos que aparecen señalados del siguiente modo: *de interés **de especial interés.

- 1**. Brännström M, Linden LÅ, Åström A. **The hydrodynamics of the dental tubule and of pulpal fluid. A discussion of its significance in relation to dental sensitivity.** Caries Res 1967; 1: 310-7.
Describe la existencia de mecanismos hidrodinámicos en la transmisión del dolor dentinario desencadenado por estímulos, ya que actuando sobre dentina expuesta provocaban un cambio inmediato en la presión pulpar. Se concluyó que un movimiento brusco del fluido dentinario transmitía el estímulo doloroso a la pulpa, que actuaría como mecanorreceptor.
- 2*. Taylor MJ, Lynch E. **Microleakage.** J Dent 1992; 20: 3-10.
Análisis comparativo de los distintos métodos utilizados en el estudio de la microfiliación de los materiales restauradores, con sus descripciones, ventajas e inconvenientes.
3. Pashley DH, Depew DD. **Effects of the smear layer, copalite and oxalate on microleakage.** Oper Dent 1986; 11: 95-102.
4. Brännström M. **The relationship between dentin and pulp and some problem diagnosis.** En: Brännström M. Dentin and pulp in the restorative dentistry. Suecia: Dental therapeutics, 1981.
- 5**. Staninec M, Eakle S, Silverstein S, Grayson WM, Artiga N. **Bonded amalgam sealants: two-year clinical results.** JADA 1998; 129: 323-9.
Estudio clínico longitudinal usando la técnica de la amalgama adherida como sellador sin preparación mecánica. Los resultados muestran que a los 6 meses, al año y a los 2 años, esta técnica es igual de efectiva que la resina de sellado convencional. La amalgama adherida permitiría unas preparaciones más conservadoras que la amalgama tradicional.
6. Dragolich WE, Pashley DH, Brennan WA, O'Neal RB, Horner JA, Van Dyke TE. **An in vitro study of dentinal tubule occlusion by ferric oxalate.** J Periodontol 1993; 64: 1045-51.
7. Rodrigues JA, De Magalhães CS, Serra MC, Rodrigues AL. **In vitro microleakage of glass-ionomer composite resin hybrid materials.** Oper Dent 1999; 24: 89-95.
8. González López S, Navajas Rodríguez de Mondelo JM, Valderrama Bonet M. **Efecto del fluor de aminos y sales de oxalato sobre el área de difusión dentinaria. Valoración con análisis de imagen computerizada.** Quintessence (Ed. española) 1991; 4: 331-42.
9. Lund NH, Matthews JL, Miller AW. **Cavity varnish and its application: «Once is not enough».** J Prosthet Dent 1978; 40: 534-7.
10. Gómez López J. **Efectos in vitro sobre la permeabilidad dentinaria del barniz de copal y el fluorofosfato acidulado.** Tesina de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Odontología. Madrid, 1994.
11. Pashley DH, O'Meara JA, Williams EC, Kepler EE. **Dentin permeability: effects of cavity varnishes and bases.** J Prosthet Dent 1985; 53: 511-6.
- 12**. Terkla LG, Brown AC, Hainisch AP, Mitchem JC. **Testing sealing properties of restorative materials against moist dentin.** J Dent Res 1987; 66: 1758-64.
Reproducen in vitro las condiciones fisiológicas y clínicas de un diente, sobre el que comparan las capacidades de adhesión y sellado de un composite híbrido, otro de microrrelleno y un ionómero de vidrio tipo II. Ninguno sella perfectamente, aunque los dos composites logran un sellado semejante entre sí y superior al del ionómero de vidrio.
13. Pashley DH, Derkson G, Tao L, Derkson M, Kalathoor S. **The effects of a multi-step dentin bonding system on dentin permeability.** Dent Mater 1988; 4: 60-3.
14. Hansen S, Swift E, Krell K. **Effect on permeability of dentin of two systems of dentin bonding.** J Esthet Dent (Ed. española) 1993; 3: 21-4.
15. Prati C, Ferrieri P, Galloni C, Mongiorgi R, Davidson CL. **Dentine permeability and bond quality as affected by new bonding systems.** J Dent 1995; 23: 217-26.
16. Pagliarini A, Rubini R, Rea M, Campese C, Grandini R. **Effectiveness of the current enamel-dentinal adhesives: A new methodology for its evaluation.** Quintessence Int 1996; 27: 265-70.
- 17*. Del Nero MO, de la Macorra JC. **Sealing and dentin bond strengths of adhesive systems.** Oper Dent 1999; 24: 194-202.
Reproducción in vitro de las condiciones de humedad y presión pulpar. Evidencia que no se consigue reducir al 100% la permeabilidad con ninguno de los materiales examinados, debido probablemente entre otras razones a la absorción acuosa por parte del material.
18. Del Nero MO, Conejo B, Macorra JC. **Estudio in vitro de las variaciones de la permeabilidad dentinaria tras la obturación mediante cementos de vidrio ionómero fotopolimerizables.** Av Odontostomatol 1994; 19: 677-83.
19. Setcos JC, Staninec M, Wilson NHF. **The development of resin-bonding for amalgam restorations.** Br Dent J 1999; 7: 328-32.
20. Camps J, Santín V, Rieu R, Fuseri J, Franquin JC. **Effects of pulsatile versus non-pulsatile pulpal pressure simulations on diffusional transport across human dentine in vitro.** Archs Oral Biol 1996; 41: 837-43.